



УДК 662.7

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕПЛОВОЙ  
ЭНЕРГЕТИКИ****PROSPECTS FOR THERMAL POWER  
GENERATION**

**Смирнов Алексей Игоревич**, студент каф. «Тепловых электрических станций», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19.

**Черепанова Ольга Александровна**, студентка каф. «Тепловых электрических станций», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19.

**Богатова Татьяна Феоктистовна**, канд. техн. наук, заведующий каф. «Тепловых электрических станций», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: t.f.bogatova@urfu.ru. Тел.: +7(343)375-47-31

**Осипов Павел Валентинович**, ст. преподаватель каф. «Тепловых электрических станций», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19.

**Alexey I. Smirnov**, student, Department «Thermal Power Plants», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia.

**Olga A. Cherepanova**, student, Department «Thermal Power Plants», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia.

**Tatyana F. Bogatova**, Doctor Sc., Head of the Department «Thermal Power Plants», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: t.f.bogatova@urfu.ru. Ph.: +7(343)375-47-31

**Pavel V. Osipov**, Senior Lecturer, Department «Thermal Power Plants», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia.

**Аннотация:** Рассмотрены мероприятия, обеспечивающие выполнение конкретного сценария обеспечения допустимого уровня глобального повышения температуры. Комплекс мероприятий включает диверсификацию первичных энергоресурсов с увеличением доли возобновляемых источников энергии, технологические мероприятия, обеспечивающие повышение эффективности производства электроэнергии и энергосберегающие технологии ее потребления. Наиболее важной проблемой перспективного развития тепловой энергетики мира остается, как и прежде, дальнейшее технологическое совершенствование ТЭС с целью повышения экономичности, надежности и экологической чистоты производства электрической и тепловой энергии.

**Abstract:** The specific scenario activities for acceptable increase in global temperature levels was considered. Series of actions include diversification of primary energy sources and increasing the share of renewable energy generation, as well as technological activities for more efficient power generation and energy-saving technologies of consumption. The key problem for global thermal power development remains further technological enhancement of Thermal Power Plants in order to achieve higher efficiency, higher reliability and cleaner electricity and heat generation.

**Ключевые слова:** тепловая энергетика; установленная мощность; докритические, сверхкритические, суперкритические параметры.

**Key words:** thermal power generation; installed capacity; subcritical, supercritical and ultra-supercritical parameters.

Органическое топливо является базой для развития мировой экономики уже многие десятилетия. Значительная часть рынка первичных энергоресурсов базируется на угле, и доля его постоянно возрастает – с 2000 г. по 2015 г. доля угля возросла с 23 до 29%, при этом

45% роста мирового спроса на первичные энергоресурсы обеспечивалось именно за счет угля. Особенно активно потребление угля увеличивается в Индии и Юго-Восточной Азии и к 2040 году возрастет в 3 раза [1].

По состоянию на конец 2014 г. суммарная установленная мощность ТЭС мира составила 3759 ГВт, в том числе ТЭС на угле – 1900 ГВт, из них 64% приходится на долю Азиатско-Тихоокеанского региона [2]. Средняя

эффективность ТЭС мира составляет около 35%. На уголь приходится 41,3% от общей генерации электроэнергии в мире (23322 ТВт·ч), на долю природного газа – 21,7% мирового производства электроэнергии, рис. 1.

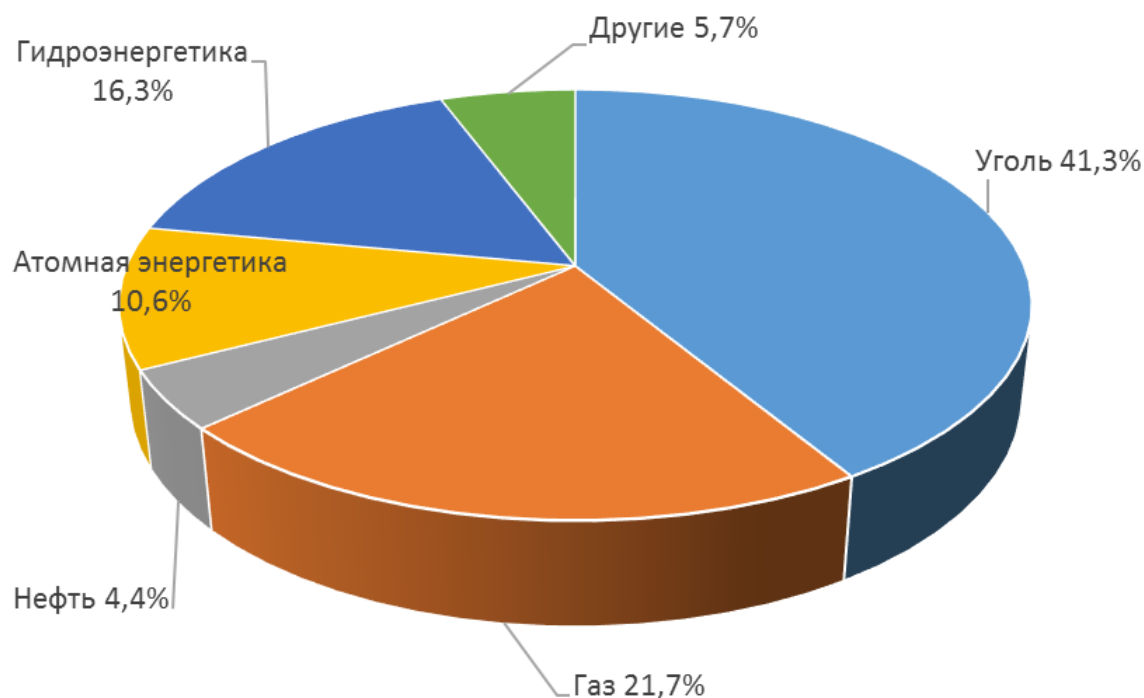


Рис. 1. Доля первичных энергоресурсов в производстве электроэнергии [3]

Наиболее важной проблемой перспективного развития тепловой энергетики мира остается, как и прежде, дальнейшее технологическое совершенствование ТЭС с целью повышения экономичности, надежности и экологической чистоты производства электрической и тепловой энергии. В настоящее время рассматриваются несколько сценариев обеспечения допустимого уровня глобального повышения температуры 2DS, 4DS и 6DS (DS–Degrees Scenario) – соответственно с допустимым повышением глобального уровня температур на 2, 4 и 6°C к 2100 г. Комплекс мероприятий, обеспечивающий выполнение конкретного сценария, включает диверсификацию первичных энергоресурсов с увеличением доли возобновляемых источников энергии, технологические мероприятия, обеспечивающие повышение эффективности производства электроэнергии и

энергосберегающие технологии ее потребления. Кроме того, для сценария 2DS необходим, досрочный вывод из эксплуатации энергетического оборудования с докритическими параметрами (которые составляют около 40% установленных мощностей), перевод всех ТЭС на сверхкритические и суперкритические параметры (SC–supercritical и USC–ultra-supercritical), системами улавливания и захоронения углекислого газа (CCS–carbon capture storage), что позволит уже к 2050 г. сократить выбросы CO<sub>2</sub> наполовину. Сценарий 6DS сохраняет, в основном, существующий уровень развития теплоэнергетики, с увеличением потребления энергии почти в 2 раза (по сравнению с 2009 г.) и соответствующим возрастанием выбросов CO<sub>2</sub>. Уровень потребления угля в сценариях 2DS и 6DS представлен на рис. 2 [4].

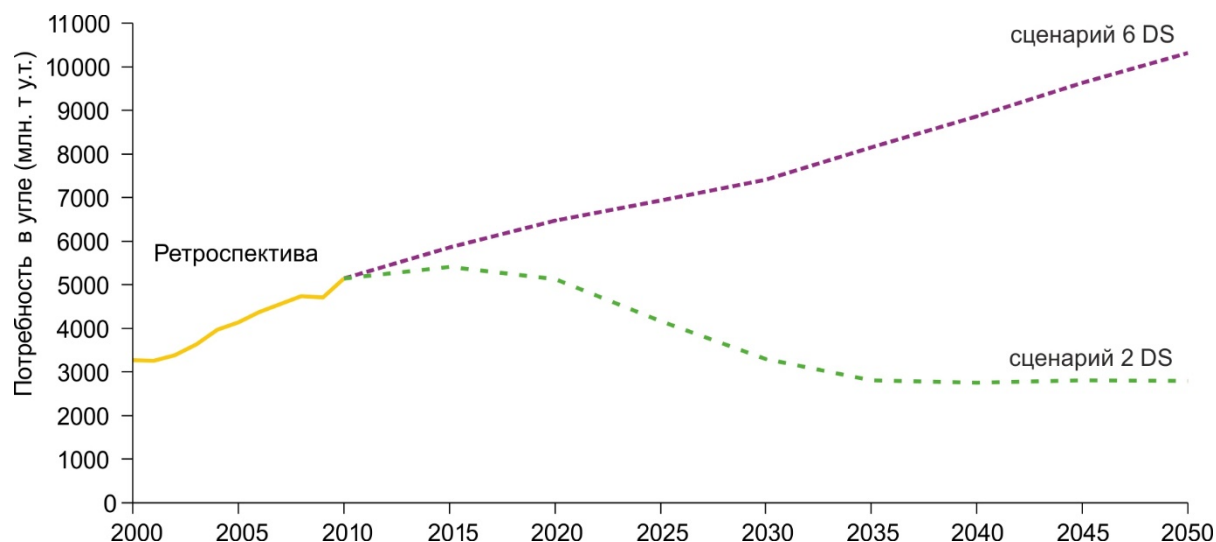


Рис. 2. Сценарии увеличения потребности в угле как первичном энергоресурсе

В России уголь сжигается на конденсационных электростанциях, оснащенных в основном энергоблоками 200, 300, 500 и 800 МВт, и на ТЭЦ с паровыми котлами паропроизводительностью до 1000 т/ч. КПД самых лучших из них не превышает 36-38%. Энергетической стратегией России на период до 2030 года, пролонгированной с уточнениями до 2035 года [5], утверждены следующие базовые отечественные разработки для угольной энергетики:

- угольные энергоблоки электрической мощностью 300–800 МВт с усовершенствованными пылеугольными котлами и паровыми турбинами на освоенные сверхкритические параметры пара с последующим повышением температуры перегрева пара до 585–600°C и давления до 30 МПа и эффективной газоочисткой;
- котлы с циркулирующим кипящим слоем на угле для паротурбинных конденсационных энергоблоков электрической мощностью 330 МВт и теплофикационных энергоблоков электрической мощностью 100 МВт.

В качестве перспективных разработок предусмотрены:

- новые технологии газификации твердого топлива, включая биомассу и бытовые отходы, и ПГУ на их основе;
- угольные ПТУ большой мощности на сверхвысокие параметры пара с высокоэффективной системой газоочистки;
- гибридные энергоустановки электрической мощностью 0,3–5 МВт с КПД до 60–65 % на основе высокотемпературных топливных элементов и микротурбин на природном газе, сжиженном углеводородном газе и продуктах газификации твердого топлива;

- мембранные технологии разделения воздуха большой производительности для применения в составе газогенераторных установок.

Перспективное развитие тепловой энергетики базируется на следующих долгосрочных приоритетах ее технологического роста:

- существенное повышение эффективности и экологической безопасности тепловой энергетики на органическом топливе с обеспечением в перспективе близких к нулю выбросов вредных веществ;
- развитие комбинированного производства электрической энергии и других видов энергии (полигенерации);
- развитие экономически эффективных технологий некондиционной и возобновляемой энергетики;
- развитие технологий улавливания и хранения парниковых газов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. World Energy Outlook: [Электронный ресурс]. IEA, 2015. URL: <http://www.iea.org>. (Дата обращения: 01.05.2016).
2. Cleaning up the coal-fired power market [Электронный ресурс] URL: <http://www.worldcoal.com/special-reports/13072015/Cleaning-up-the-coal-power-market-2551/> (Дата обращения: 01.05.2016)
3. Key World Energy Statistics: [Электронный ресурс]. IEA, 2015. URL: <http://www.iea.org>. (Дата обращения: 01.05.2016).
4. Technology Roadmap. High-Efficiency, Low-Emissions Coal-Fired Power Generation: [Электронный ресурс]. IEA, 2012. URL: <http://www.iea.org>. (Дата обращения: 01.05.2016).
5. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года.